System Engineering and Productivity/ 2024/ Vol.4/ No.3/ 83-102

System Engineering and Productivity

DOI: 10.22034/sep.2024.717031

Identifying and Prioritizing Obstacles to Implementing Lean Manufacturing in Iran's Printing Industry

Mohammad Ranjbar Zarnagh [1], Mohammadreza Nabatchian [2], Mohammad Javad Ershadi [3]*, Saba Roshanzamir [4]

[1] M.Sc., Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[2] Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

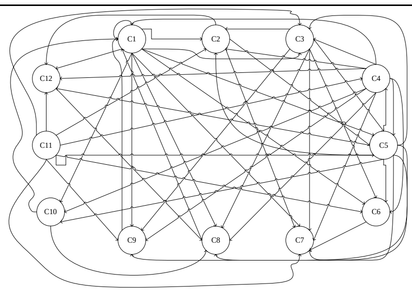
[3] ssociate Professor, Information Technology Management Research Group, Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc), Tehran, Iran

[4] M.Sc., Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc), Tehran, Iran

HIGHLIGHTS

- Obstacles to lean production in the Iranian printing industry were investigated using DEMATEL and network analysis techniques.
- Financial constraints and insufficient knowledge of managers were identified as the main causal factors.
- Workers' resistance and lack of training are the most important obstacles.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article Type: Research paper
Received: 5 August 2024
Received in revised form: 13 October 2024
Accepted: 20 October 2024
Available online: 20 October 2024
*Correspondence:
ershadi@irandoc.ac.ir

How to cite this article:

Zarnagh, M. R., Nabatchian, M, Ershadi, M.J., & Roshanzamir, S. (2024). Identifying and prioritizing obstacles to implementing lean manufacturing in the Iranian printing industry. *System Engineering and Productivity*, 4(3), 83-102.

Keywords:

Lean Manufacturing
Printing industry
DEMATEL technique
Iran

ABSTRACT

The present study aims to identify barriers to implementing lean production, determine cause-and-effect relationships between barriers to implementing lean production, and prioritize or rank barriers to implementing lean production in the Iranian printing industry. The research is descriptive in nature and uses two methods: field and library, and the statistical population includes 100 senior managers and production managers from 50 selected printing houses in Tehran. The data collection tool is a questionnaire. The Cochran formula was used to calculate the minimum required sample size, and the DEMATEL technique and the analytic network modeling process in Super Decision software were used to determine cause-and-effect relationships and rank barriers to implementing lean production in the printing industry. The research findings include: financial constraints, inadequate commitment and support of senior managers, insufficient knowledge and skills of senior managers, low understanding and awareness of lean production concepts and the benefits of implementing them, low quality of raw materials, and lack of expert consultants in the field of lean production in the field of printing and publishing. These are barriers of the cause type and affect other barriers. Lack of training and empowerment of employees, lack of proper motivation system in the organization, workers' resistance to change, old machinery and parts and technologies, old and underdeveloped layout and infrastructure, and incorrect selection and use of lean tools and methods are all handicapping barriers and are affected by other barriers. Insufficient knowledge and skills of senior managers are the most influential barrier. Workers' resistance to change is the most influential barrier. Financial constraints are most closely related to other barriers.

Publisher: University of Eyvanekey

مهندسی سیستم و بهره‌وری/ سال ۱۴۰۳/ دوره ۴/ شماره ۳/ صفحه ۸۳-۱۰۲

نشریه مهندسی سیستم و بهره‌وری

DOI: 10.22034/sep.2024.717031

شناسایی و اولویت‌بندی موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران

محمد رنجبر زرنق [1]، محمدرضا نباتچیان [2]، محمدجواد ارشادی [3*]، صبا روشن‌ضمیر [4]

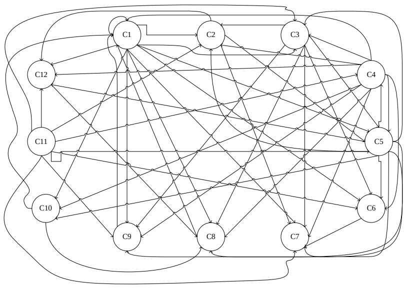
[1] کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[2] استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[3] دانشیار، گروه پژوهشی مدیریت فناوری اطلاعات، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)، تهران، ایران

[4] کارشناسی‌ارشد، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)، تهران، ایران

چکیده گرافیکی



برجسته‌ها

- موانع تولید ناب در صنعت چاپ ایران با تکنیک دیمتل و تحلیل شبکه‌ای بررسی شدند.
- محدودیت مالی و دانش ناکافی مدیران، عوامل علت اصلی شناسایی شدند.
- مقاومت کارگران و کمبود آموزش، مهم‌ترین موانع معلول هستند.

چکیده

مطالعه حاضر با هدف شناسایی موانع پیاده‌سازی تولید ناب، تعیین روابط علت و معلولی میان موانع پیاده‌سازی تولید ناب و اولویت‌بندی یا رتبه‌بندی موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران انجام‌شده است . پژوهش از نوع توصیفی و به دو روش میدانی و کتابخانه‌ای بوده و جامعه آماری شامل ۱۰۰ نفر از مدیران ارشد و مدیران تولید ۵۰ چاپخانه منتخب شهر تهران می‌باشد. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه است. برای محاسبه حداقل حجم نمونه لازم از فرمول کوکران و برای تعیین روابط علت و معلولی و رتبه‌بندی موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ از تکنیک دیمتل و فرایند تحلیل شبکه‌ای مدل‌سازی در نرم‌افزار سوپردسیژن استفاده‌شده است. یافته‌های پژوهش عبارت‌اند از: محدودیت مالی، تعهد و پشتیبانی نامناسب مدیران ارشد، دانش و مهارت ناکافی مدیران ارشد، درک و آگاهی کم در زمینه مفاهیم تولید ناب و مزایای پیاده‌سازی آن، کیفیت پایین مواد اولیه و کمبود مشاور متخصص در زمینه تولید ناب در حوزه چاپ و نشر، موانعی از نوع علت هستند و بر سایر موانع تأثیر می‌گذارند. فقدان آموزش و توانمندسازی کارکنان، نبود سیستم انگیزشی مناسب در سازمان، مقاومت کارگران در برابر تغییر، ماشین‌آلات و قطعات و تکنولوژی‌های قدیمی، چیدمان و زیرساخت قدیمی و توسعه-نیافته و انتخاب و استفاده نادرست از ابزارها و شیوه‌های ناب، موانعی از نوع معلول هستند و از سایر موانع تأثیر می‌پذیرند. دانش و مهارت ناکافی مدیران ارشد، تأثیرگذارترین مانع می‌باشد. مقاومت کارگران در برابر تغییر، تأثیرپذیرترین مانع می‌باشد. محدودیت مالی، بیشترین ارتباط را با موانع دیگر دارد.

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۵

بازنگری: ۱۴۰۳/۰۷/۲۱

پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۸

ارائه برخط: ۱۴۰۳/۰۷/۲۸

*نویسنده مسئول:

ershadi@irandoc.ac.ir

کلیدواژه‌ها:

تولید ناب

صنعت چاپ

تکنیک دیمتل

ایران

۱- مقدمه

بازار رقابتی در سرتاسر جهان و تغییرات مکرر در تقاضای مشتری برای محصولات باکیفیت، سازمان‌ها را به جست‌وجوی تکنیک‌های مختلف برای افزایش کارایی تولید، خدمات و پایداری خود می‌اندازد. لذا بسیاری از سازمان‌های تولیدی در حال تنظیم دقیق عملیات و فرایندهای خود هستند و در پاسخ به تغییرات سریع در عرصه کسب‌وکار، جهانی‌سازی و افزایش نگرانی‌ها برای محیط‌زیست، نقشی فعال در توسعه فرآیندهای پاک‌تر ایفا می‌کنند (Cherrafi et l., 2017). تولید ناب[1] یکی از مهم‌ترین و مشهورترین فلسفه‌های تولید است که در کنار مفاهیمی همچون تولید انبوه و تولید چابک در علم مدیریت و مهندسی مطرح می‌شود. تولید ناب مفهوم گسترده‌ای است که رویکردی جامع و پایدار را برای استفاده کمتر از همه‌چیز توصیف می‌کند. مفاهیم ناب جدید نیستند و سازمان‌های بزرگ و کوچک در سرتاسر جهان چندین دهه است که این تکنیک‌ها را به اشکال مختلف اجرا کرده‌اند. تولید ناب همچنین اتلاف‌های ناشی از بار اضافی و ناهمواری در حجم کار را شناسایی می‌کند. تولید ناب از دیدگاه مشتریانی که از یک محصول یا خدمت استفاده می‌کنند، موضع می‌گیرد و هر فعالیتی که برای مشتریان ارزش‌افزوده نداشته باشد، اتلاف یا ضایعات محسوب می‌شود.

۲- مبانی نظری و پیشینه تجربی پژوهش

تولید ناب (ناب) یک روش تولید سیستماتیک است که هدف آن حذف تهاجمی اتلاف در یک فرآیند تولید است. اساساً هدف تولید ناب این است که با حذف هر چیز دیگری، آنچه را که برای مشتری ارزش اضافه می‌کند، آشکار کند. اصول ناب ناشی از صنایع تولیدی ژاپن است. ناب یک فلسفه مدیریتی است که عمدتاً از سیستم تولید تویوتا مشتق شده و در دهه ۱۹۹۰ به‌عنوان تولید ناب شناخته شد و به دلیل تمرکزش بر کاهش هفت نوع اتلاف برای بهبود ارزش کلی مشتری شناخته‌شده است. تویوتا به‌طور مداوم از هر تولیدکننده دیگری پیشی می‌گیرد و محصولاتش از نظر کیفیت و قابلیت اطمینان بالاترین در نظرسنجی‌ها هستند. موفقیت شرکت‌های خودروسازی ژاپنی دلیل کافی برای بررسی مزایای واقعی ناب و چگونگی توسعه آن در تاریخ مدیریت و مهندسی است. ناب یک فرآیند تولید کل‌نگر با هدف ایجاد ارزش و حذف ضایعات است. همان‌طور که تویوتا نشان داد تولید ناب یک رویکرد موفق است (Womack et al., 2007). تولید ناب در منشأ خود، به فلسفه و استراتژی کلی مدیریت شرکت‌ها در یک چشم‌انداز بلندمدت اشاره دارد. این مفهوم در پی انقلاب صنعتی متولد شد. سیستم تولید ناب از سیستم تولید تویوتا و فلسفه هنری فورد مشتق شده است. یکی از مهم‌ترین و مشهورترین فلسفه‌های تولید است که در کنار مفاهیمی همچون تولید انبوه و تولید چابک در علم مدیریت و مهندسی مطرح می‌شود. این فلسفه تلفیقی از تولید دستی و تولید انبوه است به شکلی که انعطاف‌پذیری در تولید را از تولید دستی و قیمت ارزان کالای تولیدشده را از تولید انبوه وام می‌گیرد (Jafarinejad & Ahmadi, 2012). مفاهیم ناب روش‌هایی را برای مدیریت سازمان‌های تولیدی با هدف بهبود عملکرد سازمانی ارائه می‌دهند. مفهوم تولید ناب در ژاپن پس از جنگ جهانی دوم سرچشمه گرفت، زمانی که تولیدکنندگان ژاپنی متوجه شدند که نمی‌توانند سرمایه‌گذاری هنگفت موردنیاز برای بازسازی تأسیسات ویران‌شده را بر عهده بگیرند. هسته فلسفه ناب بیان می‌کند که هر منبع بالقوه ضایعات برای دستیابی و حفظ کیفیت بالا و هزینه‌های تولید پایین شناسایی و حذف می‌شود (Bhamu & Singh Sangwan, 2014). طبق این فلسفه هفت نوع اتلاف که باید با اجرای تولید ناب حذف شوند عبارت‌اند از: تولید بیش‌ازحد، انتظار، حمل‌ونقل، پردازش بیش‌ازحد، موجودی، حرکت و نقص (Shah & Ward, 2007).

با توجه به تغییرات سریع محیط کسب‌وکار، سازمان‌ها مجبور به‌مواجهه با چالش‌ها و پیچیدگی‌ها هستند. ازاین‌رو پیاده‌سازی یک سیستم تولید ناب به یک شایستگی اصلی برای هر نوع سازمانی تبدیل‌شده است. اصول ناب ارزش محصول یا خدمت را آن‌گونه که مشتری درک می‌کند، تعریف می‌کنند و سپس جریان را در راستای جذب مشتری و تلاش برای کمال از طریق بهبود مستمر برای حذف ضایعات با تفکیک فعالیت‌های ارزش‌افزا[2] و فعالیت‌های

[1] Lean Manufacturing

[2] Value-added activities

غیرارزش‌افزا[1] تعریف می‌کند. در نتیجه صنایع تولیدی مختلف با انواع و اندازه‌های مختلف سخت کار می‌کنند تا پایه تولیدی خود را از تولید معمولی کم‌هزینه و پرزحمت به سیستم‌های تولید ناب کارآمدتر، با ارزش بیشتر و رقابتی‌تر تبدیل کنند. اگرچه شیوه‌های ناب در طیف وسیعی از صنایع از جمله تولید، خدمات، ساخت‌وساز، بیمارستان‌ها و بسیاری دیگر پیاده‌سازی شده است، بااین‌حال میزان پذیرش در کشورهای درحال‌توسعه هنوز بسیار پایین است (Panwar et al., 2016). صنعت چاپ یکی از پنج بخش بزرگ اقتصادی در بسیاری از کشورها می‌باشد و نقش محوری آن در چرخه تولید و زنجیره ارزش محصولات در دست تولید بی‌شک شاخص بزرگی در تولید ناخالص ملی یک کشور ایفا می‌کند و صنعت چاپ ایران با توجه به موقعیت ژئوپلتیک کشور همواره ظرفیت‌های بی‌شماری را در خود جای‌داده است (آژانس خبری چاپ و بسته‌بندی ایران). اگرچه اصول تولید ناب به‌عنوان مسیری روبه‌جلو برای اطمینان از بهبود مستمر در صنعت چاپ شناسایی‌شده است اما کاربرد آن در صنعت چاپ کمتر دیده‌شده است (Ainul Azyan et al., 2017)؛ بنابراین، در این پژوهش تلاش می‌شود تا موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران شناسایی و اولویت‌بندی شوند.

۳- تولید ناب در صنعت چاپ

صنعت چاپ، بزرگ، وسیع و درعین‌حال یکپارچه است. در سال ۲۰۰۵، ارزش کل محموله‌های چاپی در آمریکای شمالی ۹۷/۰۹۵ میلیارد دلار با حقوق سالانه هر کارمند ۳۸/۷۵۳ دلار بوده است. این صنعت با افزایش تعداد مؤسسات بزرگ و کاهش کسب‌وکارهای کوچک تا متوسط به‌شدت در حال تغییر است. این صنعت در حال تجربه چالش‌های رقابتی است که شامل شرایط اقتصادی، رقابت و قیمت‌گذاری می‌باشد (Rai, 2013). همان‌طور که قبلاً نیز ذکرشده است، بازده چرخه فرآیند اغلب بسیار پایین است. تولید ناب رویکردی است برای کارآمدتر کردن فرآیند تولید ازنظر افزایش استفاده از منابع، کاهش ضایعات، موجودی و غیره؛ بااین‌حال شرکت‌های فعال در صنعت چاپ هنوز در مراحل اولیه پیاده‌سازی تولید ناب و سایر برنامه‌های بهبود مستمر هستند. میزان موفقیت اجرای ناب در صنعت چاپ پایین گزارش‌شده است، تنها ۵ درصد در مقایسه با ۴۶ درصد برای سایر صنایع تولیدی که البته چرایی این رویداد کاملاً نامشخص است زیرا تحقیقات تجربی کمی در مورد تولید ناب در صنعت چاپ وجود دارد اما می‌توان حدس‌های دقیقی زد. بخشی از دلیل ممکن است ماهیت خود صنعت چاپ باشد زیرا این صنعت تمایل دارد که خود را مجزا از سایر صنایع تولیدی در نظر بگیرد. همچنین این صنعت با تولید بسیار متمایز و با حجم کم تا متوسط و با تکرارپذیری کم شناخته می‌شود که به‌عنوان توزیع دم‌چرب[2]شناخته می‌شود که به‌عنوان منطقه دشواری برای ناب در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این صنعت چاپ هم فعالیت‌های تولیدی دارد و هم فعالیت‌های خدماتی. برخی از ابزارهای ناب مانند تولید سلولی، تولید کششی، جریان یک‌تکه و زمان تکت به‌عنوان کار دشواری برای چاپ شناسایی‌شده‌اند. بخش دیگری از مشکل این است که مفهوم اتلاف که برای تفکر ناب بسیار مهم است، در این صنعت به‌خوبی درک نشده است، بااین‌حال، هیچ دلیلی وجود ندارد که باور کنیم تولید ناب اساساً با صنعت چاپ ناسازگار است. سایر صنایع مانند صنایع فرآیند پیوسته (به‌عنوان‌مثال کارخانه‌های شیمیایی) توانسته‌اند اصول ناب را برای کاهش ضایعات فرآیند و زمان چرخه تطبیق دهند (Garg & Naidoo, 2012) و صنعت چاپ نیز باید بتواند همین کار را انجام دهند. تعدادی از کشورها نیاز استراتژیک برای تغییر در صنعت چاپ خود را شناسایی کرده‌اند و در برخی موارد بودجه‌ای را برای این صنعت فراهم کرده‌اند که معمولاً در قالب کمک‌های آموزشی می‌باشد.

۴- ابزارها و شیوه‌های تولید ناب

برای اجرای موفقیت‌آمیز سیستم تولید ناب، عملاً نیاز به ادغام تمام عناصر و ابزارهای ناب و توجه به‌توالی پیاده‌سازی این ابزارها می‌باشد، لذا در این بخش از پژوهش، ابزارها و شیوه‌های ناب معرفی می‌شوند (جدول **۱**). عوامل موفقیت تولید ناب به شرح زیر هستند:

۱) نیاز استراتژیک، ۲) اندازه سازمان، ۳) رهبری، ۴) تعهد مدیریت، ۵) دارایی، ۶) فرهنگ‌سازمانی، ۷) مشارکت کارکنان، ۸) مهارت و تخصص، ۹) ابزارها و شیوه‌ها، ۱۰)

[1] Non-value-added activities

[2] Fat-tail distribution

صلاحیت فناوری اطلاعات برای پیاده‌سازی تولید ناب، ۱۱) یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین.

جدول (۱): پیشینه پژوهش

ردیف	نام روش	معرفی روش	منبع
۱	برنامه‌ریزی	برنامه تولید، زمان‌بندی، ترتیب خدمات، تخصیص منابع و مدیریت صف، درخواست خدمات را تعیین می‌کند.	Sundar et al., 2014
۲	درک و بینش کارکنان	عامل ادراک به دودسته عوامل درونی حیاتی (تعهد، اعتقاد) و عوامل خارجی (روش کار ناب، ارتباطات) طبقه‌بندی می‌شود.	Losonci et al., 2011
۳	نقشه‌برداری جریان ارزش	عبارت است از فرآیند نقشه‌برداری جریان‌های مواد و اطلاعات موردنیاز برای هماهنگی فعالیت‌های انجام‌شده توسط تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان برای تحویل محصولات به مشتریان است.	Abdulmalek et al., 2007
۴	زمان تکت	به فرکانس تولید یک قطعه برای پاسخگویی به تقاضای مشتریان گفته می‌شود. زمان تکت به تقاضای تولید ماهانه بستگی دارد، اگر تقاضا افزایش یابد زمان تکت کاهش می‌یابد و اگر تقاضا کاهش یابد زمان تکت افزایش می‌یابد که به این معناست که فاصله خروجی افزایش یا کاهش می‌یابد.	Rahani & Al-Ashraf, 2012
۵	فرایند گلوگاه	با تعیین حداکثر زمان چرخه در خط تولید مشخص می‌شود. ظرفیت خط تولید یا کارخانه با توجه به زمان چرخه گلوگاه تعیین می‌شود. اگر زمان چرخه گلوگاه کوچک‌تر از زمان تکت باشد، آنگاه تقاضای مشتری برآورده شده است و اگر زمان چرخه گلوگاه بزرگ‌تر از زمان تکت باشد، آنگاه تقاضای مشتری برآورده نشده است.	Rahani & Al-Ashraf, 2012
۶	فناوری گروهی	اجرای موفقیت‌آمیز سیستم تولید انعطاف‌پذیر نیاز به گروه‌بندی قطعات با استفاده از شباهت بین ویژگی‌های طراحی و ساخت دارد که برنامه تولید و فرآیند ساخت را انعطاف‌پذیر می‌کند.	Sundar et al., 2014
۷	متعادل‌سازی خط تولید	بر اساس تقاضا، تعداد کارگر و ماشین در ایستگاه‌های کاری افزایش یا کاهش می‌یابد تا بر عدم تعادل خط غلبه شود. انعطاف‌پذیری انسان و ماشین از طریق جریان آزاد مواد و اطلاعات در فرآیند تولید به دست می‌آید.	Chiang & Urban, 2012
۸	تعویض تک‌دقیقه‌ای قالب	عواملی که بر فرآیند تعویض تک‌دقیقه‌ای قالب تأثیر می‌گذارند عبارت‌اند از: هزینه، انرژی، چیدمان تأسیسات، ایمنی، عمر، کیفیت و نگهداری. این مقدار زمان صرف تمیز کردن و تعویض قطعات دستگاه و راه‌اندازی محصول بعدی می‌شود.	Almomani et al., 2013
۹	کانبان	کانبان زیرسیستمی از سیستم تولید ناب است که برای کنترل سطح موجودی، تولید و تأمین قطعات ایجادشده است.	Junior & Godinho Filho, 2010
۱۰	تسطیح تولید یا هیجونکا	مفهوم هیجونکا کنترل تغییرپذیری توالی رسیدن به شغل برای اجازه استفاده از ظرفیت بالاتر است، همچنین از قله‌ها و دره‌ها در برنامه تولید جلوگیری می‌کند.	Bohnen et al., 2011
۱۱	بهبود مستمر یا کایزن	فلسفه‌ای است که دمینگ آن را به‌عنوان ابتکارات بهبودی که موفقیت‌ها را افزایش می‌دهد و شکست‌ها را کاهش می‌دهد، توصیف می‌کند.	Bohnen et al., 2011
۱۲	کار استاندارد	ابزار اساسی برای بهبود مستمر است. کار استاندارد به ایمن‌ترین و مؤثرترین روش برای انجام یک کار در کوتاه‌ترین زمان قابل تکرار اشاره دارد که درنتیجه استفاده از منابعی مانند افراد، ماشین‌آلات و مواد مؤثرتر است.	Sundar et al., 2014
۱۳	سیستم تولید کششی با جریان یک‌تکه	سیستم تولید کششی تولید را بر اساس تقاضای مشتری امکان‌پذیر می‌کند. جریان یک‌تکه به مفهوم حرکت یک قسمت در یک زمان بین عملیات درون یک سلول اشاره دارد.	Sundar et al., 2014
۱۴	روش ۵s	مبنای اجرای تولید ناب است. نام این روش از حروف اول کلمات ژاپنی گرفته‌شده است که این کلمات عبارت‌اند از: سیری، سیتون، سیسو، سیکیتسو و شیتسوکه.	Rowers et al., 2016

۱۵	جیدوکا	به توانایی توقف خط تولید یا ماشین توسط اپراتور در زمان بروز نقص یا مشکلات در حین ساخت اشاره دارد.	Womack et al., 2007

ادامه جدول (۱).

ردیف	نام روش	معرفی روش	منبع
۱۶	هوشین کانری	روشی است که در اصل در ژاپن از مفهوم مدیریت با اهداف توسعه‌یافته و به‌عنوان استقرار سیاست، کنترل سیاست و مدیریت بر اساس سیاست ترجمه‌شده است.	Giordani da Silveira et al., 2018
۱۷	درست به موقع	به‌عنوان یک تکنیک کنترل موجودی به تصویر کشیده شده است و رویکردی برای تولید مبتنی بر کاهش ضایعات و پاسخ سریع به تقاضای مشتری می‌باشد.	Singh & Singh Ahuja 2014
۱۸	نگهداری و تعمیرات جامع بهره‌ور	رویکرد علمی و در سطح شرکت است که در آن هر کارمند در تمام سطوح سازمان نگران نگهداری، کیفیت و کارایی تجهیزات خود می‌باشد.	Ahmad et al., 2018
۱۹	پیاده‌روی گمبا	یک تکنیک ناب قدرتمند برای مشاهده، تعامل، جمع‌آوری اطلاعات و درک اینکه چگونه کار توسط انسان و ماشین انجام می‌شود، می‌باشد.	Aij & Teunissen, 2017
۲۰	آندون	ابزار تولید ناب است که به‌عنوان بخشی از مدیریت بصری برای پیشبرد ارتباطات در صنعت به کار گرفته‌شده است. برای تجسم وضعیت و اختلالات در تولید استفاده می‌شود.	López-Leyva et al., 2022

۵- چالش‌های پیاده‌سازی تولید ناب

چندین چالش برای اجرای موفقیت‌آمیز تولید ناب وجود دارد که این چالش‌ها عبارت‌اند از:

- چالش درک خوب و مناسب از اصول ناب و تصمیم‌گیری در مورد اینکه کدام ابزار ناب برای سازمان در آن زمان خاص مناسب است (Pearce & Pons, 2013).
- چالش اجرای سیستماتیک ابزارهای ناب انتخاب‌شده از طریق فرآیند مدیریت تغییر و به دست آوردن مزایا (Sundar et al., 2014).
- چالش تغییر فرهنگ‌سازمانی به‌ویژه زمانی که سازمان نمی‌داند که ناب چه کاری می‌تواند انجام دهد، یا اینکه اتلاف چیست و یا اینکه کدام جنبه از فرهنگ آن تغییر کند (Sundar et al., 2014).
- چالش مقاومت کارکنان. سیم و چیانگ در سال ۲۰۱۲ (Sim & Chiang, 2012) یک تحقیق کیفی متشکل از سه شرکت تولیدی را انجام دادند که به بررسی مسائل سازمانی می‌پردازد که اجرای موفقیت‌آمیز ناب را افزایش می‌دهد یا مانع آن می‌شود. نویسندگان همچنین دریافتند که حمایت و پرورش مدیریت یا به‌طورکلی حمایت سازمانی به رفع نگرانی‌های فوق و کاهش درجه مقاومت کمک می‌کند. نویسندگان همچنین اظهار می‌کنند که اجرای موفقیت‌آمیز سیستم ناب با گوش دادن به مردم و متقاعد کردن آن‌ها مبنی بر تأیید نگرانی‌هایشان و درخواست کمک از آن‌ها برای حل مشکلات عملیاتی آغاز می‌شود.

پنج اصل تولید ناب در بخش خدمات طبق نظر کارل‌بورگ و همکاران در سال ۲۰۱۳ (Carlborg et al., 2013) عبارت‌اند از:

۱) ارزش: تعیین و شناسایی ارزشی که باید به مشتریان تحویل داده شود با توجه به آنچه آن‌ها واقعاً می‌خواهند.

۲) جریان ارزش: تعریف و بهینه‌سازی زنجیره ارزش به‌وسیله شناسایی تمام فعالیت‌هایی که ارزش ایجاد می‌کنند و همچنین تمام فعالیت‌هایی که ارزش ایجاد نمی‌کنند، اما می‌توان از آن‌ها اجتناب کرد و آن‌هایی که نمی‌توان از آن‌ها اجتناب کرد.

۳) جریان: ایجاد کردن جریان در فرایندهای خدماتی حقیقتاً آشکار و واضح نیست زیرا خدمات نمی‌توانند مانند یک محصول فیزیکی دیده شوند اما اصول جریان می‌توانند به‌عنوان تولید جریانی از فرایند خدماتی به‌وسیله به حداقل رساندن توقف و تأخیر، مورداستفاده قرار گیرند.

۴) کشش: پاسخ دادن و فراهم کردن خدمات بر مبنای نیازهای مشتریان، با توجه به این نکته که اکثر

خدمات نمی‌توانند قبل از درخواست مشتری فراهم شوند.

۵) کمال: تلاش و پیگیری برای کمال برای به دست آوردن خدمات برتر از طریق بهبود مستمر و برآورده کردن نیازهای مشتری.

آسنان و همکاران (Asnan et al., 2015)، هشت نوع اتلاف در زمینه خدمات را این‌گونه بیان می‌کنند:

۱) موجودی: نمونه آزمایش‌های در انتظار تجزیه‌وتحلیل - تعداد دعاوی یا برنامه‌های حل‌نشده

۲) عیوب: ایراداتی که توسط آزمایش‌ها مشخص نشده است – هر جنبه‌ای از خدمات که با نیازهای مشتری مطابقت ندارد.

۳) حرکت: جابه‌جایی مشتریان به دلیل چیدمان تأسیسات — جابه‌جایی کارمندان برای دریافت اوراق، زیراکس، چاپ، اسناد و غیره.

۴) انتظار: بیمارانی که منتظر هستند تا نوبتشان شود — درخواست‌های باز و انجام‌نشده خدمات - انتظار برای تأییدیه‌ها، منابع و یا خرابی‌ها.

۵) حمل‌ونقل: تعداد دفعات و مسافت اسناد و سایر اقلام که داخل شرکت حمل می‌شود.

۶) پردازش بیش‌ازحد: درمان بیش‌ازحد بیماران - مراحل اضافی در فرایندها مانند چندین امضا یا تأیید.

۷) تولید بیش‌ازحد: انجام تست‌های آزمایشگاهی بیش‌ازحد نیاز - امکانات اضافی در نرم‌افزار - تهیه اسناد یا گزارش‌هایی که هیچ‌کس هرگز نخواهد خواند.

۸) تلاش انسانی: کارکنان منظر پروژه‌ها - کارمندانی که کارهای پایین‌تر از سطح مهارت خودشان انجام می‌دهند.

مزایای تولید ناب عبارت‌اند از:

کاهش و یا حذف اتلاف‌ها، کاهش زمان چرخه تولید، کاهش سطح موجودی، افزایش بهره‌وری نیروی کار، افزایش کیفیت محصولات و خدمات، افزایش سودآوری، افزایش رضایت مشتری و ... .

بنابراین با انجام این تحقیق موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ، شناسایی و اولویت‌بندی می‌شوند و پس‌ازآن کسب‌وکارهای تولیدی فعال در صنعت چاپ می‌توانند با کاهش یا حذف این موانع به اجرای موفق تولید ناب در کسب‌وکار خود اقدام کنند و از مزایای سیستم تولید ناب بهره‌مند شوند. درنهایت با توجه به توضیحات ذکرشده می‌توان گفت انجام چنین تحقیقی جهت اجرای موفق تولید ناب در صنعت چاپ و بهره‌مندی از مزایای آن ضروری به نظر می‌رسد.

در ادامه، پیشینه پژوهش، به تفکیک پژوهش‌های داخلی و خارجی ارائه می‌گردد. در سال ۲۰۲۱ چارانجیت سینگ و همکاران (Jaiswal et al., 2021) در پژوهشی بر روی موضوع موانع پیاده‌سازی شیوه‌های ناب سبز در صنایع تولیدی با به‌کارگیری رویکرد دیمتل کار کردند. هدف محققان از این پژوهش شناسایی موانع به‌کارگیری شیوه‌های ناب سبز در صنایع تولیدی و همچنین تحلیل روابط متقابل بین این موانع می‌باشد. در این مقاله، محققان برای دستیابی به هدف ذکرشده از تکنیک دیمتل برای آنالیز روابط درونی میان موانع، همچنین بینش و تجربه کارشناسان و متخصصان صنعت استفاده می‌کنند. نتیجه پژوهش حاضر این است که ۱۲ مانع از نظر علت و معلولی دسته‌بندی شدند و روابط متقابل موانع نیز مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. مقدار آستانه عدد ۰/۱۳۴ محاسبه می‌شود و مقادیر کمتر از آن برای به دست آوردن نمودار حذف شدند. مقاومت در برابر تغییر، عدم تعهد مدیریت ارشد و عدم آموزش به کارکنان به‌عنوان برجسته‌ترین موانع بر اساس امتیازات انتخاب شدند (Singh et al., 2021). جایسوال و همکاران (Jaiswal et al., 2021) در سال ۲۰۲۱ در پژوهشی بر روی موضوع موانع پیاده‌سازی تولید ناب در بنگاه‌های اقتصادی کوچک و متوسط هند: رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره کار کردند. هدف از این پژوهش، بررسی روابط متقابل میان موانع پذیرش تولید ناب در شرکت‌های کوچک و متوسط هند می‌باشد. در این تحقیق بر اساس بررسی ادبیات موجود و مشاوره با کارشناسان و متخصصان، نویسندگان ۱۶ مانع اجرای تولید ناب را برای شرکت‌های اقتصادی کوچک و متوسط هندی شناسایی کردند. نویسندگان وابستگی‌های متقابل بین موانع را تجزیه‌وتحلیل کردند و با استفاده از رویکرد آزمایشی و ارزیابی تصمیم‌گیری خاکستری یکپارچه یعنی دیمتل خاکستری، آن‌ها را اولویت‌بندی کردند. یافته‌های حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که منابع مالی محدود، ترس از پذیرش فناوری جدید، فقدان تعهد مدیریت ارشد و کیفیت پایین رهبری، مهم‌ترین موانع برای انتشار

تولید ناب در شرکت‌های اقتصادی کوچک و متوسط هند هستند (Jaiswal et al., 2021).

در سال ۲۰۲۱ بهادو و همکاران (Bhadu et al., 2021) و در پژوهشی بر روی موضوع تجزیه‌وتحلیل موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنایع سرامیک هند: مدل‌سازی از طریق فرآیند رتبه‌بندی تفسیری کار کردند. هدف از این مقاله شناسایی و اولویت‌بندی موانع پیاده‌سازی تولید ناب در زمینه صنایع کار فشرده سرامیک هندی از طریق یک مدل آماری قابل‌اعتماد و معتبر می‌باشد. در این مطالعه، موانع پیاده‌سازی تولید ناب از طریق بررسی جامع ادبیات مرتبط و بحث‌هایی که با دانشگاهیان و متخصصین برگزار می‌شود، شناسایی‌شده‌اند. پس‌ازآن موانع شناسایی‌شده با مقادیر آلفای کرونباخ و با استفاده از یک ابزار آماری ارزیابی می‌شوند. روش فرآیند رتبه‌بندی تفسیری برای رتبه‌بندی موانع با اشاره به شاخص‌های عملکرد قابل‌اندازه‌گیری استفاده‌شده است. نتایج نشان می‌دهد که تعهد و رهبری مدیریت ارشد در رأس مدل قرار دارد و به دنبال آن فقدان فرصت و مهارت‌های آموزشی و مقاومت در برابر تغییر و پذیرش نوآوری‌ها نشان‌دهنده قوی‌ترین قدرت محرکه آن‌ها در پیاده‌سازی تولید ناب است (Bhadu et al., 2021).

در سال ۲۰۲۱ پتل و همکاران (Patel et al., 2022) در پژوهشی بر روی موضوع تجزیه‌وتحلیل رابطه‌ای از محرک‌ها و موانع تولید ناب کار کردند. هدف از این پژوهش، دسته‌بندی و تحلیل محرک‌ها و موانع تولید ناب و متعاقباً بر اساس مدل ساختاری ایجاد خانه‌ای از مدیریت ناب است که به دانشگاهیان و دست‌اندرکاران برای پیاده‌سازی شیوه‌های ناب در یک سازمان، در مورد عوامل حیاتی ایده می‌دهد. فهرستی از محرک‌ها و موانع بر اساس بررسی ادبیات و نظرات کارشناسان و متخصصان تهیه‌شده است و مدل‌سازی ساختاری تفسیری کل برای ایجاد یک سلسله‌مراتب ساختاری از محرک‌ها و موانع تولید ناب استفاده‌شده است و در نهایت سلسله‌مراتب ساختاری برای ساختن خانه مدیریت ناب مورداستفاده قرارگرفته است. نتیجه این تحقیق ایجاد خانه مدیریت ناب است که برای دست‌اندرکاران برای پیاده‌سازی مفاهیم ناب در سازمان‌ها مفید خواهد بود. بر اساس سلسله‌مراتب توسعه‌یافته، عناصر (محرک‌ها و موانع) تولید ناب به سه گروه طبقه‌بندی می‌شوند؛ عناصر سطح پایین، سطح متوسط و سطح بالا. برای توسعه خانه مدیریت ناب، عناصر سطح پایین به‌عنوان پایه، عناصر سطح متوسط به‌عنوان ستون و عناصر سطح بالا به‌عنوان تیر در نظر گرفته شدند (Patel et al., 2022).

توماس و همکاران (Thomas & Khanduja, 2022) در سال ۲۰۲۲ در پژوهشی بر روی موضوع رویکرد ترکیبی فرایند تحلیل شبکه‌ای و مدل‌سازی ساختاری تفسیری برای اولویت‌بندی موانع پیاده‌سازی شش سیگما ناب سبز در بخش ساخت‌وساز کار کردند. هدف از این پژوهش اولویت‌بندی و ایجاد روابط بین موانعی است که بر پیاده‌سازی شش سیگما ناب سبز در بخش ساخت‌وساز هند تأثیر می‌گذارند. در این مقاله یک مدل سلسله‌مراتبی متشکل از چندین سطح با روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری تولید می‌شود، سپس برای تعیین وزن و رتبه‌بندی موانع، از روابط بین موانع که در مدل ساختاری تفسیری حاصل‌شده است، برای ارائه خروجی از فرآیند تحلیل شبکه‌ای استفاده می‌شود. ۱۲ مانع حیاتی که بر اجرای شش سیگما ناب سبز تأثیر می‌گذارند با مرور ادبیات انتخاب شدند و سپس با مشورت با کارشناسان و متخصصان مربوط به صنعت و دانشگاه نهایی شدند. بر اساس مدل ساختاری تفسیری، عدم آگاهی از محصولات سبز، عدم تعهد و مشارکت مدیریت ارشد و همچنین کمبود بودجه همراه با برآورد نادرست در بالاترین سطح قرار دارند. نتایج مشابهی هنگام رتبه‌بندی موانع از طریق ادغام مدل‌سازی ساختاری تفسیری و فرایند تحلیل شبکه‌ای یافت شده است (Thomas & Khanduja, 2022).

۶- فرضیه‌های پژوهش

۱) محدودیت مالی و فقدان آموزش و توانمندسازی کارکنان ازجمله مهم‌ترین موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران هستند.
۲) ضعف در مسئولیت‌پذیری اجتماعی و ترس از شکست ازجمله موانع کم‌اهمیت در پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران هستند.
۳) برخی از موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران با یکدیگر ارتباط دارند.
۴) ارتباطات میان موانع پیاده‌سازی تولید ناب می‌تواند به‌صورت یک طرفه و یا دو طرفه باشد.

۷- روش پژوهش

۱) در مرحله اول پژوهش مطالعات نظری، بررسی و موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنایع تولیدی مختلف استخراج می‌شود.

۲) در مرحله دوم پژوهش، ابتدا پرسشنامه‌ای با در نظر گرفتن موانع استخراج‌شده از مرحله قبل، طراحی‌شده و با توزیع آن در میان متخصصان، مدیران ارشد و مدیران تولید چاپخانه‌ها، موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران مشخص می‌شود.

۳) در مرحله سوم پژوهش با استفاده از تکنیک دیمتل، الگوی روابط علت و معلولی و نحوه ارتباط میان موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران شناسایی و مشخص می‌شوند، داده‌های حاصل از پرسشنامه با استفاده از نرم‌افزار اکسل تحلیل و بررسی می‌شوند و محاسبات ماتریسی مربوط به تکنیک دیمتل انجام می‌شود.

۴) در مرحله چهارم تحقیق با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای و مدل‌سازی در نرم‌افزار، وزن هریک از موانع محاسبه‌شده و در نهایت اولویت‌بندی یا رتبه‌بندی می‌شوند.

۸- یافته‌های پژوهش

در این بخش ابتدا به تجزیه‌وتحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از سؤالات جمعیت‌شناختی پرداخته می‌شود. بیشترین درصد فراوانی مربوط به گروه سنی ۴۱ تا ۵۰ سال با مدرک دیپلم و پایین‌تر و با سمت شغلی مدیر ارشد که به مدت‌زمان بیشتر از ۱۰ سال متصدی چاپخانه‌ها هستند به خود اختصاص داد.

سپس به سؤالات تخصصی که در اصل موانع (گویه‌ها) پیاده‌سازی تولید ناب در صنایع مختلف هستند، بررسی گردید خبرگان در این مرحله برای تعیین میزان اهمیت هریک از موانع یا گویه‌ها از طیف لیکرت ۵ تایی به‌صورت توصیفی استفاده می‌کنند که در جدول **۲** می‌توان آن را مشاهده کرد.

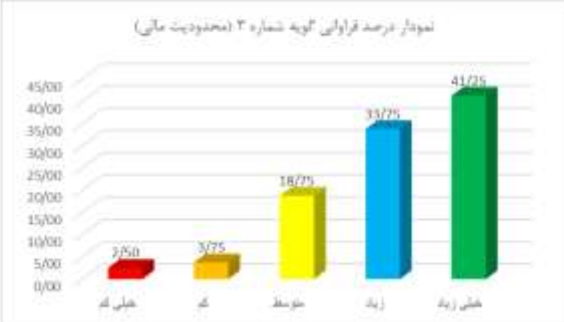
جدول (۲): طیف لیکرت ۵ تایی مورداستفاده در پرسشنامه

میزان اهمیت				
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم

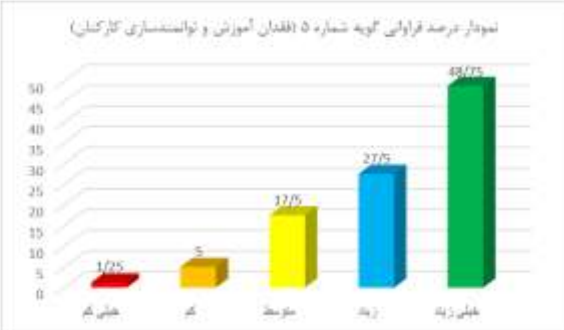
از بین ۴۱ گویه موجود در پرسشنامه، ۱۲ گویه به‌عنوان مهم‌ترین عوامل انتخاب شدند که به‌عنوان خروجی پرسشنامه و همچنین به‌عنوان موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران در نظر گرفته می‌شوند که در جدول **۳** توزیع فراوانی آن‌ها و همچنین نمودارهای آماری به ترتیب ارائه می‌شوند (شکل‌های **۱** تا **۱۲**).

جدول (۳): توزیع فراوانی موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران

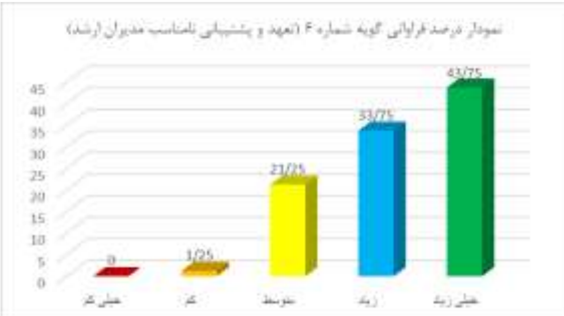
ردیف	گویه‌ها (موانع)	فراوانی				
		خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱	محدودیت مالی	۲	۳	۱۵	۲۷	۳۳
۲	فقدان آموزش و توانمندسازی کارکنان	۱	۴	۱۴	۲۲	۳۹
۳	تعهد و پشتیبانی نامناسب مدیران ارشد	۰	۱	۱۷	۲۷	۳۵
۴	دانش و مهارت ناکافی مدیران ارشد	۳	۵	۱۶	۲۵	۳۱
۵	درک و آگاهی کم در زمینه مفاهیم تولید ناب و مزایای پیاده‌سازی آن	۰	۴	۱۵	۲۷	۳۴
۶	نبود سیستم انگیزشی مناسب در سازمان	۲	۷	۱۴	۲۸	۲۹
۷	مقاومت کارگران در برابر تغییر	۱	۹	۱۷	۳۳	۲۰
۸	ماشین‌آلات، قطعات و تکنولوژی‌های قدیمی	۱	۴	۱۳	۲۹	۳۳
۹	چیدمان و زیرساخت ضعیف و توسعه‌نیافته	۴	۵	۱۴	۲۳	۳۴
۱۰	کیفیت پایین مواد اولیه	۳	۶	۱۵	۲۸	۲۸
۱۱	کمبود مشاور متخصص در زمینه تولید ناب در حوزه چاپ و نشر	۰	۲	۱۳	۳۱	۳۴
۱۲	انتخاب و استفاده نادرست از ابزارها و شیوه‌های ناب	۱	۶	۱۲	۳۱	۳۰



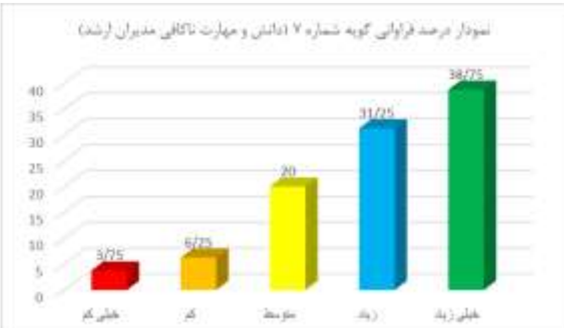
شکل (۱): درصد فراوانی گویه شماره ۳ (محدودیت مالی)



شکل (۲): درصد فراوانی گویه شماره ۵ (فقدان آموزش و توانمندسازی کارکنان)



شکل (۳): درصد فراوانی گویه شماره ۶ (تعهد و پشتیبانی نامناسب مدیران ارشد)



شکل (۴): درصد فراوانی گویه شماره ۷ (دانش و مهارت ناکافی مدیران ارشد)



شکل (۵): درصد فراوانی گویه شماره ۱۰ (درک و آگاهی کم در زمینه مفاهیم تولید ناب و مزایای پیاده‌سازی آن)



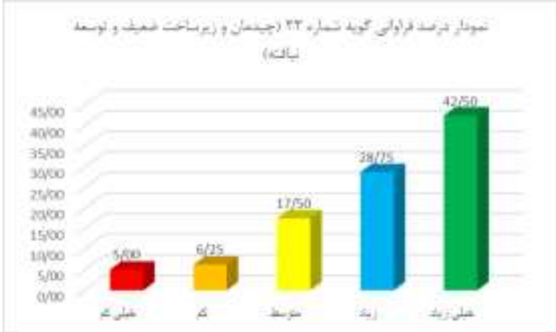
شکل (۶): درصد فراوانی گویه شماره ۱۱ (نبود سیستم انگیزشی مناسب در سازمان)



شکل (۷): درصد فراوانی گویه شماره ۱۴ (مقاومت کارگران در برابر تغییر)



شکل (۸): درصد فراوانی گویه شماره ۳۱ (ماشین‌آلات، قطعات و تکنولوژی‌های قدیمی)



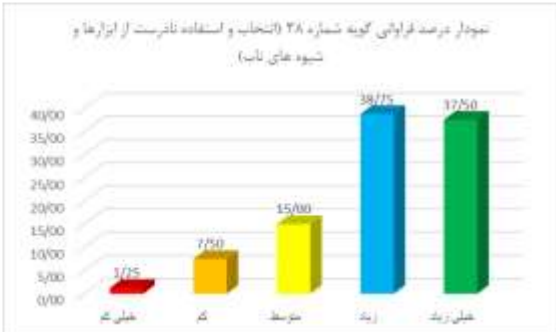
شکل (۹): درصد فراوانی گویه شماره ۳۳ (چیدمان و زیرساخت ضعیف و توسعه‌نیافته)



شکل (۱۰): درصد فراوانی گویه شماره ۳۶ (کیفیت پایین مواد اولیه)



شکل (۱۱): درصد فراوانی گویه شماره ۳۷(کمبود مشاور متخصص در زمینه تولید ناب در حوزه چاپ و نشر)



شکل (۱۲): درصد فراوانی گویه شماره ۳۸ (انتخاب و استفاده نادرست از ابزارها و شیوه‌های ناب)

مطابق با ۱۲ گویه که به‌عنوان موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران تعیین‌شده‌اند، ماتریس ۱۲ × ۱۲ تشکیل و برای مقایسه موانع با یکدیگر، در پرسشنامه دیمتل از طیف لیکرت ۵ تایی مطابق با جدول **۴** استفاده‌شده است. لازم به ذکر است که برای سهولت در محاسبات و تحلیل و بررسی‌ها، به هریک از عناصر سیستم یک علامت اختصاری مطابق با جدول **۵** نسبت داده‌شده است.

جدول (۴): طیف لیکرت پرسشنامه دیمتل

بدون تأثیر	تأثیر خیلی کم	تأثیر کم	تأثیر زیاد	تأثیر خیلی زیاد
۰	۱	۲	۳	۴

جدول (۵): علائم اختصاری عناصر سیستم

ردیف	موانع (عناصر سیستم)	علائم اختصاری
۱	محدودیت مالی	C_{1}
۲	فقدان آموزش و توانمندسازی کارکنان	C_{2}
۳	تعهد و پشتیبانی نامناسب مدیران ارشد	C_{3}
۴	دانش و مهارت ناکافی مدیران ارشد	C_{4}
۵	درک و آگاهی کم در زمینه مفاهیم تولید ناب و مزایای پیاده‌سازی آن	C_{5}
۶	نبود سیستم انگیزشی مناسب در سازمان	C_{6}
۷	مقاومت کارگران در برابر تغییر	C_{7}
۸	ماشین‌آلات، قطعات و تکنولوژی‌های قدیمی	C_{8}
۹	چیدمان و زیرساخت ضعیف و توسعه‌نیافته	C_{9}
۱۰	کیفیت پایین مواد اولیه	C_{10}
۱۱	کمبود مشاور متخصص در زمینه تولید ناب در حوزه چاپ و نشر	C_{11}
۱۲	انتخاب و استفاده نادرست از ابزارها و شیوه‌های ناب	C_{12}

برای نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم (جدول **۶**)، باید حاصل‌شده هریک از سطرها و ستون‌های ماتریس ارتباط مستقیم را محاسبه کرد، در جدول **۷** ماتریس نرمال‌شده محاسبه و نمایش داده‌شده است.

فرمول محاسبه ماتریس ارتباط کامل به‌صورت زیر می‌باشد:

$$T = N \times (I - N)^{-1} \qquad (1)$$

که مطابق این فرمول برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل، ابتدا یک ماتریس یکه یا همانی ۱۲ × ۱۲ تشکیل داده می‌شود، سپس ماتریس نرمال از ماتریس همانی کم شده و درنهایت ماتریس حاصل معکوس می‌گردد. برای محاسبه معکوس ماتریس از تابع MINVERSE در اکسل استفاده می‌شود. پس از محاسبه ماتریس معکوس، ماتریس نرمال را در آن ضرب می‌کنیم که برای این ضرب ماتریسی از تابع MMULT در اکسل استفاده می‌شود، در این صورت ماتریس ارتباط کامل به دست می‌آید. نتیجه حاصل از این مرحله در جدول **۸** نمایش داده‌شده است.

برای محاسبه ماتریس ارتباطات داخلی، ابتدا باید مقدار آستانه را با توجه به ماتریس ارتباط کل محاسبه کرد. در ماتریس ارتباط داخلی تنها روابطی که مقدار آن‌ها در ماتریس ارتباط کل، بیشتر از مقدار آستانه باشد، نمایش داده می‌شوند و در غیر این صورت مقدار آن‌ها صفر در نظر گرفته می‌شود، یعنی آن رابطه علی در نظر گرفته نمی‌شود که نتیجه حاصل از این مرحله در جدول **۹** مشاهده می‌شود.

جدول (۶): ماتریس ارتباط مستقیم

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
C_1	۰	۳/۷۰	۲/۵۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۳/۲۰	۲/۵۵	۳/۰۰	۳/۴۰	۳/۵۰	۰/۶۵	۰/۷۰
C_2	۰/۷۵	۰	۰/۶۰	۰/۵۰	۳/۴۰	۰/۷۰	۳/۶۰	۰/۶۵	۰/۴۰	۰/۴۵	۰/۳۵	۳/۰۵
C_3	۰/۳۵	۳/۴۵	۰	۰/۳۰	۳/۱۰	۳/۳۰	۳/۴۵	۱/۶۰	۱/۷۵	۰/۴۰	۰/۳۵	۰/۲۵
C_4	۳/۶۵	۳/۵۵	۳/۵۵	۰	۳/۴۵	۳/۸۵	۳/۶۰	۰/۳۰	۱/۳۰	۲/۴۰	۰	۳/۴۰
C_5	۰/۲۵	۳/۴۵	۳/۶۵	۱/۶۰	۰	۱/۹۰	۳/۳۵	۱/۴۵	۱/۶۰	۱/۴۰	۰/۱۵	۳/۷۰
C_6	۰	۰	۰	۰	۰/۲۵	۰	۳/۷۰	۰/۴۰	۰/۴۵	۰	۰	۱/۰۵
C_7	۰	۰	۰/۴۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۳۵	۰/۰۵	۰	۱/۲۵
C_8	۳/۶۰	۰	۰/۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۴۰
C_9	۳/۷۵	۰/۳۵	۰/۱۰	۰/۲۵	۰/۳۰	۰/۱۵	۰/۳۰	۰/۲۰	۰	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۲۰
C_{10}	۳/۵۵	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۳/۵۰	۰/۱۰	۰	۰/۱۵	۰/۱۵
C_{11}	۰/۲۰	۳/۴۵	۱/۸۵	۳/۱۵	۳/۷۵	۱/۴۵	۲/۵۵	۰/۳۵	۱/۲۵	۰/۳۵	۰	۳/۸۵
C_{12}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۳۵	۱/۷۰	۰	۰	۰

جدول (۷): ماتریس نرمال‌شده

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
C_1	۰	۰/۱۲۷۴	۰/۰۸۷۸	۰/۰۳۴۴	۰/۰۳۴۴	۰/۱۱۰۲	۰/۰۸۷۸	۰/۱۰۳۳	۰/۱۱۷۰	۰/۱۲۰۵	۰/۰۲۲۴	۰/۰۲۴۱
C_2	۰/۰۲۵۸	۰	۰/۰۲۰۷	۰/۰۱۷۲	۰/۱۱۷۰	۰/۰۲۴۱	۰/۱۲۳۹	۰/۰۲۲۴	۰/۰۱۳۸	۰/۰۱۵۵	۰/۰۱۲۰	۰/۱۰۵۰
C_3	۰/۰۱۲۰	۰/۱۱۸۸	۰	۰/۰۱۰۳	۰/۱۰۶۷	۰/۱۱۳۶	۰/۱۱۸۸	۰/۰۵۵۱	۰/۰۶۰۲	۰/۰۱۳۸	۰/۰۱۲۰	۰/۰۰۸۶
C_4	۰/۱۲۵۶	۰/۱۲۲۲	۰/۱۲۲۲	۰	۰/۱۱۸۸	۰/۱۳۲۵	۰/۱۲۳۹	۰/۰۱۰۳	۰/۰۴۴۸	۰/۰۸۲۶	۰	۰/۱۱۷۰
C_5	۰/۰۰۸۶	۰/۱۱۸۸	۰/۱۲۵۶	۰/۰۵۵۱	۰	۰/۰۶۵۴	۰/۱۱۵۳	۰/۰۴۹۹	۰/۰۵۵۱	۰/۰۴۸۲	۰/۰۰۵۲	۰/۱۲۷۴
C_6	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۸۶	۰	۰/۱۲۷۴	۰/۰۱۳۸	۰/۰۱۵۵	۰	۰	۰/۰۳۶۱
C_7	۰	۰	۰/۰۱۳۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۱۲۰	۰/۰۰۱۷	۰	۰/۰۴۳۰
C_8	۰/۱۲۳۹	۰	۰/۰۰۳۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۶۹	۰/۰۱۳۸
C_9	۰/۱۲۹۱	۰/۰۱۲۰	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۸۶	۰/۰۱۰۳	۰/۰۰۵۲	۰/۰۱۰۳	۰/۰۰۶۹	۰	۰/۰۰۸۶	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۶۹
C_{10}	۰/۱۲۲۲	۰/۰۰۸۶	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۵۲	۰/۱۲۰۵	۰/۰۰۳۴	۰	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۵۲
C_{11}	۰/۰۰۶۹	۰/۱۱۸۸	۰/۰۶۳۷	۰/۱۰۸۴	۰/۱۲۹۱	۰/۰۴۹۹	۰/۰۸۷۸	۰/۰۱۲۰	۰/۰۴۳۰	۰/۰۱۲۰	۰	۰/۱۳۲۵
C_{12}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۸۰۹	۰/۰۵۸۵	۰	۰	۰

جدول (۸): ماتریس ارتباط کامل (تمامی اعداد باید در $۱۰^{-۴}$ ضرب شوند)

	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷	C۸	C۹	C۱۰	C۱۱	C۱۲
C۱	۶۹۸	۱۷۳۵	۱۲۰۶	۵۱۱	۸۳۹	۱۵۱۳	۱۷۰۰	۱۵۳۳	۱۵۳۶	۱۴۴۵	۳۰۵	۸۲۴
C۲	۴۸۸	۳۴۴	۵۰۰	۲۹۷	۱۳۴۷	۵۰۰	۱۶۶۰	۵۴۷	۴۳۹	۳۲۸	۱۵۶	۱۴۳۱
C۳	۴۶۵	۱۵۱۲	۳۲۰	۲۵۲	۱۳۷۰	۱۳۹۸	۱۸۴۷	۸۳۹	۸۷۸	۳۲۷	۱۷۲	۶۳۵
C۴	۱۷۶۴	۱۹۲۲	۱۷۱۷	۲۳۴	۱۷۳۵	۱۹۲۵	۲۳۳۷	۸۴۶	۱۰۷۲	۱۲۱۵	۱۱۰	۱۸۸۸
C۵	۵۶۰	۱۶۱۱	۱۵۲۶	۶۶۵	۴۸۹	۱۰۶۴	۱۸۸۱	۹۵۷	۹۴۲	۶۹۳	۱۲۰	۱۷۶۸
C۶	۵۷	۲۸	۳۹	۱۱	۱۰۰	۲۱	۱۳۰۵	۱۹۱	۲۱۴	۱۹	۵	۴۴۲
C۷	۳۵	۲۸	۱۴۷	۷	۲۴	۲۵	۳۳	۰۵۴	۱۶۳	۲۷	۴	۴۴۴
C۸	۱۳۵۲	۲۳۸	۱۹۶	۰۷۵	۱۲۵	۲۰۴	۲۳۵	۲۲۰	۲۶۳	۲۵۶	۱۰۹	۲۶۰
C۹	۱۴۳۶	۴۰۲	۲۳۹	۱۷۴	۲۶۶	۲۹۵	۴۱۰	۳۱۸	۲۴۲	۳۰۲	۹۸	۲۵۱
C۱۰	۱۵۰۰	۳۷۲	۲۷۴	۱۴۰	۲۳۱	۳۱۶	۳۶۰	۱۴۵۰	۲۸۷	۲۲۷	۱۰۷	۲۳۹
C۱۱	۵۵۲	۱۷۸۷	۱۱۴۳	۱۲۶۴	۱۸۲۱	۱۰۳۱	۱۷۹۹	۶۲۵	۹۱۱	۴۳۹	۰۶۸	۲۰۵۷
C۱۲	۱۹۳	۴۳	۳۰	۱۶	۲۶	۳۴	۴۳	۸۴۵	۶۲۱	۳۸	۱۵	۳۶

جدول (۹): ماتریس ارتباط داخلی

	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷	C۸	C۹	C۱۰	C۱۱	C۱۲
C۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱
C۲	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱
C۳	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰
C۴	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱
C۵	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱
C۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
C۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C۸	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C۹	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C۱۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
C۱۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱
C۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰

مطابق با جدول **۱۰** برای رسم نمودار و دیاگرام علی، ۴ متغیر نیاز است و باید محاسبه شود که این متغیرها عبارت‌اند از:

۱) D: نشان دهنده میزان تأثیرگذاری متغیرها می‌باشد و از جمع هریک از سطرهای ماتریس ارتباط کامل به دست می‌آید.

۲) R: نشان‌دهنده میزان تأثیرپذیری متغیرها می‌باشد و از جمع هریک از ستون‌های ماتریس ارتباط کامل به دست می‌آید.

۳) $D + R$: میزان تأثیر و تأثر یک عامل را نشان می‌دهد و به هر میزان که مقدار آن بیشتر باشد،آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل دارد و محور افقی نمودار علی را تشکیل می‌دهد.

۴) $D - R$: قدرت تأثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد و اگر مقدار آن مثبت باشد، متغیر موردنظر یک متغیر علت است و اگر مقدار آن منفی باشد، متغیر موردنظر یک متغیر معلول است. لازم به ذکر است که $D - R$، محور عمودی نمودار علی را تشکیل می‌دهد (شکل **۱۳**).

در آخرین مرحله از پژوهش، به‌منظور اولویت‌بندی یا رتبه‌بندی موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران از تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای استفاده می‌شود که برای

به‌کارگیری این تکنیک، از نرم‌افزار سوپردسیژن استفاده می‌شود (شکل **۱۴**). گام‌های پیاده‌سازی این تکنیک به شرح ذیل می‌باشد (شکل **۱۵**). سوپرماتریس‌های به‌دست آمده به ترتیب در جداول **۱۵**، **۱۶** و **۱۷** ارائه شده‌اند.

جدول (۱۰): متغیرهای لازم برای رسم نمودار علی دیمتل

D − R	D + R	R	D
۰/۴۷۴۶	۲/۲۹۴۳	۰/۹۰۹۹	۱/۳۸۴۴
-۰/۱۹۸۶	۱/۸۰۵۹	۱/۰۰۲۳	۰/۸۰۳۷
۰/۲۶۷۷	۱/۷۳۵۲	۰/۷۳۳۸	۱/۰۰۱۴
۱/۳۱۲۰	۲/۰۴۱۰	۰/۳۶۴۵	۱/۶۸۶۵
۰/۳۹۰۵	۲/۰۶۴۷	۰/۸۳۷۱	۱/۲۲۷۶
-۰/۵۸۹۲	۱/۰۷۵۷	۰/۸۳۲۴	۰/۲۴۳۳
-۱/۲۶۲۰	۱/۴۶۰۰	۱/۳۶۱۰	۰/۰۹۹۰
-۰/۴۸۹۶	۱/۱۹۵۹	۰/۸۴۲۸	۰/۳۵۳۱
-۰/۳۱۳۳	۱/۱۹۹۸	۰/۷۵۶۵	۰/۴۴۳۲
۰/۰۱۸۷	۱/۰۸۲۱	۰/۵۳۱۷	۰/۵۵۰۴
۱/۲۲۲۸	۱/۴۷۶۶	۰/۱۲۶۹	۱/۳۴۹۷
-۰/۸۳۳۵	۱/۲۲۱۳	۱/۰۲۷۴	۰/۱۹۳۹

۹- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاداتی برای مطالعات آتی

در این پژوهش موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران شناسایی و اولویت‌بندی شدند که نتایج حاصل از این مرحله به شرح ذیل می‌باشد:

۱) محدودیت مالی با وزن (۰/۳۰۰۲) مهم‌ترین مانع می‌باشد و در رتبه اول قرار می‌گیرد.

۲) درک و آگاهی کم در زمینه مفاهیم تولید ناب و مزایای پیاده‌سازی آن با وزن (۰/۱۷۶۳) در رتبه دوم قرار می‌گیرد.

۳) ماشین‌آلات، قطعات و تکنولوژی‌های قدیمی با وزن (۰/۰۹۷۵) در رتبه سوم قرار می‌گیرد.

۴) فقدان آموزش و توانمندسازی کارکنان با وزن (۰/۰۹۰۹) در رتبه چهارم قرار می‌گیرد.

۵) چیدمان و زیرساخت ضعیف و توسعه‌نیافته با وزن (۰/۰۸۵۵) در رتبه پنجم قرار می‌گیرد.

۶) کیفیت پایین مواد اولیه با وزن (۰/۰۷۹۳) در رتبه ششم قرار می‌گیرد.

۷) تعهد و پشتیبانی نامناسب مدیران ارشد با وزن (۰/۰۷۵۰) در رتبه هفتم قرار می‌گیرد.

۸) دانش و مهارت ناکافی مدیران ارشد با وزن (۰/۰۵۹۵) در رتبه هشتم قرار می‌گیرد.

۹) مقاومت کارگران در برابر تغییر با وزن (۰/۰۱۵۸) در رتبه نهم قرار می‌گیرد.

۱۰) انتخاب و استفاده نادرست از ابزارها و شیوه‌های ناب با وزن (۰/۰۱۲۳) در رتبه دهم قرار می‌گیرد.

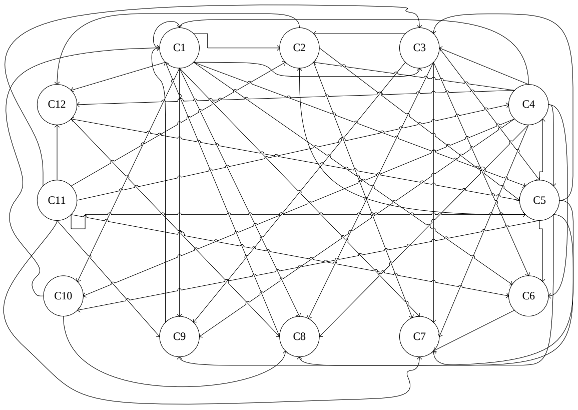
۱۱) نبود سیستم انگیزشی مناسب در سازمان با وزن (۰/۰۰۷۴) در رتبه یازدهم قرار می‌گیرد.

۱۲) کمبود مشاور متخصص در زمینه تولید ناب در حوزه چاپ و نشر با وزنی که تقریباً برابر با صفر می‌باشد، در رتبه دوازدهم قرار می‌گیرد.

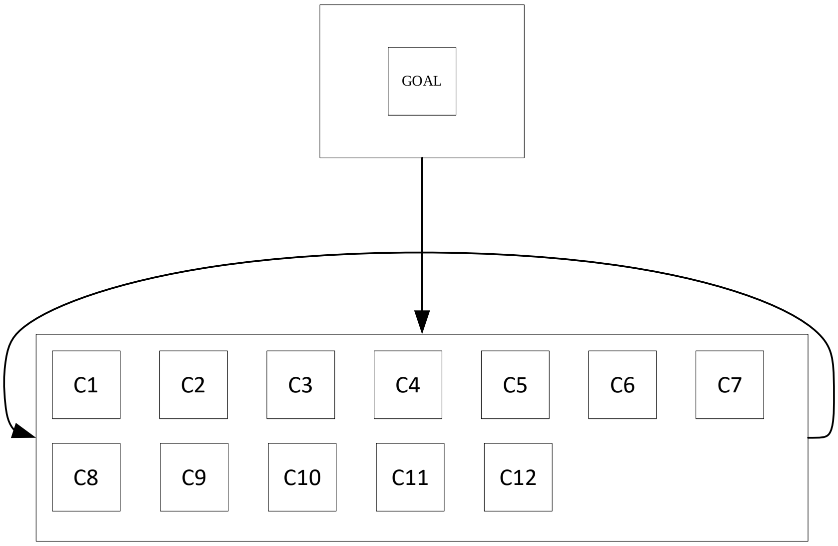
پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی به‌منظور تعیین روابط علی میان موانع، از تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری و برای اولویت‌بندی موانع از سایر تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره همانند AHP، BWM، LINMAP، FARE و... استفاده شود. همچنین، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، موانع پیاده‌سازی تولید ناب در سایر صنایع مرتبط با صنعت چاپ، حوزه‌های فناورانه مرتبط با آن نیز شناسایی و اولویت‌بندی شوند.



شکل (۱۳): نمودار علی دیمتل.



شکل (۱۴): دیاگرام روابط علت و معلولی میان موانع پیاده‌سازی تولید ناب در صنعت چاپ ایران.



شکل (۱۵): دیاگرام ساختار شبکه‌ای پژوهش.

جدول (۱۱): طیف لیکرت ۹ درجه ساعتی

ارزش	اولویت‌ها	توضیح
۱	ترجیح یکسان	گزینه یا شاخص i نسبت به j اهمیت برابر دارد و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	کمی مرجح	گزینه یا شاخص i نسبت به j کمی مهم‌تر است.
۵	خیلی مرجح	گزینه یا شاخص i نسبت به j مهم‌تر است.
۷	خیلی زیاد مرجح	گزینه یا شاخص i خیلی مهم‌تر از j می‌باشد.
۹	کاملاً مرجح	گزینه یا شاخص i مهم‌تر و قابل‌مقایسه با j نیست.
۲، ۴، ۶ و ۸	بینابین	ارزش‌های بین ارزش‌های ترجیحی را نشان می‌دهد مثلاً ۸ بیانگر اهمیتی بیشتر از ۷ و کمتر از ۹ می‌باشد.

جدول (۱۲): ماتریس ادغام پاسخ‌های خبرگان به همراه میانگین هندسی و بردار ویژه موانع

	C_{1}	C_{2}	C_{3}	C_{4}	C_{5}	C_{6}	C_{7}	C_{8}	C_{9}	C_{10}	C_{11}	C_{12}	میانگین هندسی	بردار ویژه
C_{1}	۱	۴/۱۶۱۸	۴/۳۳۱۳	۳/۵۱۴۳	۶/۹۷۸۴	۵/۸۶۶۸	۵/۲۳۳۲	۳/۳۸۱۷	۴/۸۰۵۹	۳/۸۳۶۷	۴/۱۵۵۷	۵/۹۲۰۵	۴/۰۷۲۷	۰/۲۲۶۹۶
C_{2}	۰/۲۴۰۳	۱	۴/۸۲۵۶	۶/۸۷۸۷	۵/۹۶۶۳	۵/۰۷۱۳	۵/۰۱۵۰	۴/۰۳۷۸	۵/۲۳۳۲	۳/۹۹۳۰	۳/۱۷۷۷	۶/۹۷۸۴	۳/۳۸۵۲	۰/۱۸۸۶۴
C_{3}	۰/۲۳۰۹	۰/۲۰۷۲	۱	۳/۵۳۰۹	۶/۷۷۳۵	۵/۷۲۴۶	۴/۹۶۹۵	۳/۱۳۲۳	۵/۷۶۸۹	۴/۷۸۱۸	۴/۹۰۴۳	۵/۸۳۸۱	۲/۵۶۳۵	۰/۱۴۲۸۶
C_{4}	۰/۲۸۴۶	۰/۱۴۵۴	۰/۲۸۳۲	۱	۷/۸۴۱۴	۶/۷۳۵۴	۶/۸۷۸۷	۵/۵۵۴۵	۶/۲۲۷۰	۵/۶۹۲۴	۴/۶۰۵۵	۷/۲۳۷۶	۲/۳۴۷۰	۰/۱۳۰۷۹
C_{5}	۰/۱۴۳۳	۰/۱۶۷۶	۰/۱۴۷۶	۰/۱۲۷۵	۱	۳/۸۷۹۸	۴/۸۲۵۶	۷/۸۹۳۹	۶/۰۸۴۶	۶/۷۸۷۵	۶/۷۳۵۴	۴/۰۳۷۸	۱/۴۳۳۱	۰/۰۷۹۸۶
C_{6}	۰/۱۷۰۵	۰/۱۹۷۲	۰/۱۷۴۷	۰/۱۴۸۵	۰/۲۵۷۷	۱	۵/۲۹۶۹	۷/۸۴۱۴	۶/۱۲۳۱	۶/۴۶۲۵	۸/۲۳۹۱	۶/۷۶۶۵	۱/۲۸۶۷	۰/۰۷۱۷۰
C_{7}	۰/۱۹۱۱	۰/۱۹۹۴	۰/۲۰۱۲	۰/۱۴۵۴	۰/۲۰۷۲	۰/۱۸۸۸	۱	۶/۶۸۳۷	۵/۱۸۵۷	۵/۲۳۳۲	۷/۱۴۱۶	۳/۰۹۵۶	۰/۸۶۴۸	۰/۰۴۸۱۹
C_{8}	۰/۲۹۵۷	۰/۲۴۷۷	۰/۳۱۹۳	۰/۱۸۰۰	۰/۱۲۶۷	۰/۱۲۷۵	۰/۱۴۹۶	۱	۵/۲۱۱۹	۴/۰۳۷۸	۳/۲۵۹۷	۵/۲۴۸۹	۰/۶۲۶۶	۰/۰۳۴۹۲
C_{9}	۰/۲۰۸۱	۰/۱۹۱۱	۰/۱۷۳۳	۰/۱۶۰۶	۰/۱۶۴۳	۰/۱۶۳۳	۰/۱۹۲۸	۰/۱۹۱۹	۱	۳/۷۹۴۲	۲/۰۸۹۶	۳/۰۸۵۵	۰/۴۱۶۰	۰/۰۲۳۱۸
C_{10}	۰/۲۶۰۶	۰/۲۵۰۴	۰/۲۰۹۱	۰/۱۷۵۷	۰/۱۴۷۳	۰/۱۵۴۷	۰/۱۹۱۱	۰/۲۴۷۷	۰/۲۶۳۶	۱	۳/۵۶۵۲	۵/۲۸۱۱	۰/۳۹۱۲	۰/۰۲۱۸۰
C_{11}	۰/۲۴۰۶	۰/۳۱۴۷	۰/۲۰۳۹	۰/۲۱۷۱	۰/۱۴۸۵	۰/۱۲۱۴	۰/۱۴۰۰	۰/۳۰۶۸	۰/۴۷۸۶	۰/۲۸۰۵	۱	۶/۷۸۷۵	۰/۳۳۹۷	۰/۰۱۸۹۳
C_{12}	۰/۱۶۸۹	۰/۱۴۳۳	۰/۱۷۱۳	۰/۱۳۸۲	۰/۲۴۷۷	۰/۱۴۷۸	۰/۳۲۳۰	۰/۱۹۰۵	۰/۳۲۴۱	۰/۱۸۹۴	۰/۱۴۷۳	۱	۰/۲۱۸۲	۰/۰۱۲۱۶

جدول (۱۳): مقادیر موردنیاز ماتریس ارتباط کامل جهت محاسبه بردار ویژه (تمامی اعداد باید در 10^{-4} ضرب شوند)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
C_1	۶۹۸			۰۵۱۱						۱۴۴۵		
C_2	۴۸۸		۵۰۰	۲۹۷	۱۳۴۷						۱۵۶	
C_3	۴۶۵			۲۵۲	۱۳۷۰						۱۷۲	
C_4					۱۷۳۵						۱۱۰	
C_5	۵۶۰	۱۶۱۱	۱۵۲۶	۶۶۵							۱۲۰	
C_6	۵۷		۳۹	۱۱	۱۰۰						۵	
C_7	۳۵	۲۸	۱۴۷	۷	۲۴						۴	
C_8	۱۳۵۲		۱۹۶	۷۵	۱۲۵					۲۵۶		
C_9	۱۴۳۶		۲۳۹	۱۷۴	۲۶۶						۹۸	
C_{10}	۱۵۰۰			۱۴۰	۲۳۱							
C_{11}												
C_{12}	۱۹۳	۴۳		۱۶	۲۶					۱۴۴۵	۱۵	

جدول (۱۴): مقادیر بردار ویژه جهت تعیین وزن موانع در ارتباطات درونی (تمامی اعداد باید در 10^{-4} ضرب شوند)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
C_1	۱۰۲۹	۰	۰	۲۳۷۸	۰					۸۴۹۷	۰	
C_2	۷۱۹	۰	۱۸۹۰	۱۳۸۲	۲۵۸۰					۰	۲۲۹۹	
C_3	۶۸۶	۰	۰	۱۱۷۴	۲۶۲۳					۰	۲۵۳۱	
C_4	۰	۰	۰	۰	۳۳۲۲					۰	۱۶۱۷	
C_5	۸۲۵	۹۵۷۹	۵۷۶۳	۳۰۹۸	۰					۰	۱۷۵۹	
C_6	۸۴	۰	۱۴۸	۵۱	۱۹۲					۰	۷۵	
C_7	۵۱	۱۶۷	۵۵۴	۳۰	۴۵					۰	۶۴	
C_8	۱۹۹۳	۰	۷۴۱	۳۴۹	۲۳۸					۱۵۰۳	۰	
C_9	۲۱۱۸	۰	۹۰۴	۸۰۹	۵۰۹					۰	۱۴۴۰	
C_{10}	۲۲۱۱	۰	۰	۶۵۴	۴۴۲					۰	۰	
C_{11}	۰	۰	۰	۰	۰					۰	۰	
C_{12}	۲۸۵	۲۵۴	۰	۷۶	۴۹					۰	۲۱۴	

جدول (۱۵): سوپرماتریس ناموزون (تمامی اعداد باید در 10^{-5} ضرب شوند)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	هدف
C_1	۱۰۲۸۹	۰	۰	۲۳۷۷۸	۰	۰	۰	۱	۱	۸۴۹۷	۰	۰	۲۲۶۹۶
C_2	۷۱۸۹	۰	۱۸۹۰۰	۱۳۸۱۹	۲۵۸۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۲۹۹۲	۰	۱۸۸۶۴
C_3	۶۸۵۹	۰	۰	۱۱۷۳۹	۲۶۲۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۵۳۱۲	۰	۱۴۲۸۶
C_4	۰	۰	۰	۰	۳۳۲۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۶۱۷۲	۰	۱۳۰۷۹
C_5	۸۲۴۹	۹۵۷۹۰	۵۷۶۳۰	۳۰۹۷۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۷۵۹۲	۰	۷۹۸۶
C_6	۸۴۰	۰	۱۴۸۰	۵۱۰	۱۹۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷۵۰	۰	۷۱۷۰
C_7	۵۱۰	۱۶۷۰	۵۵۴۰	۳۰۰	۴۵۰	۱	۰	۰	۰	۰	۶۴۰	۰	۴۸۱۹
C_8	۱۹۹۲۸	۰	۷۴۱۰	۳۴۹۰	۲۳۸۰	۰	۰	۰	۰	۱۵۰۳۰	۰	۱	۳۴۹۲
C_9	۲۱۱۷۸	۰	۹۰۴۰	۸۰۸۹	۵۰۹۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴۴۰۲	۰	۲۳۱۸
C_{10}	۲۲۱۰۸	۰	۰	۶۵۳۹	۴۴۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۱۸۰
C_{11}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۸۹۳
C_{12}	۲۸۵۰	۲۵۴۰	۰	۷۶۰	۴۹۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۱۴۰	۰	۱۲۱۶
هدف	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول (۱۶): سوپرماتریس موزون (تمامی اعداد باید در 10^{-5} ضرب شوند)

	C_{12}	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	هدف
C_1	۱۰۲۸۹	۰	۰	۲۳۷۷۸	۰	۰	۰	۱	۱		۸۴۹۷۰	۰	۰	۲۲۶۹۶
C_2	۷۱۸۹	۰	۱۸۹۰۰	۱۳۸۱۹	۲۵۸۰۰	۰	۰	۰	۰		۰	۲۲۹۹۲	۰	۱۸۸۶۴
C_3	۶۸۵۹	۰	۰	۱۱۷۳۹	۲۶۲۳۰	۰	۰	۰	۰		۰	۲۵۳۱۲	۰	۱۴۲۸۶
C_4	۰	۰	۰	۰	۳۳۲۲۰	۰	۰	۰	۰		۰	۱۶۱۷۲	۰	۱۳۰۷۹
C_5	۸۲۴۹	۹۵۷۹۰	۵۷۶۳۰	۳۰۹۷۷	۰	۰	۰	۰	۰		۰	۱۷۵۹۲	۰	۷۹۸۶
C_6	۸۴۰	۰	۱۴۸۰	۵۱۰	۱۹۲۰	۰	۰	۰	۰		۰	۷۵۰	۰	۷۱۷۰
C_7	۵۱۰	۱۶۷۰	۵۵۴۰	۳۰۰	۴۵۰	۱	۰	۰	۰		۰	۶۴۰	۰	۴۸۱۹
C_8	۱۹۹۲۸	۰	۷۴۱۰	۳۴۹۰	۲۳۸۰	۰	۰	۰	۰		۱۵۰۳۰	۰	۱	۳۴۹۲
C_9	۲۱۱۷۸	۰	۹۰۴۰	۸۰۸۹	۵۰۹۰	۰	۰	۰	۰		۰	۱۴۴۰۲	۰	۲۳۱۸
C_{10}	۲۲۱۰۸	۰	۰	۶۵۳۹	۴۴۲۰	۰	۰	۰	۰		۰	۰	۰	۲۱۸۰
C_{11}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۰	۰	۰	۱۸۹۳
C_{12}	۲۸۵۰	۲۵۴۰	۰	۷۶۰	۴۹۰	۰	۰	۰	۰		۰	۲۱۴۰	۰	۱۲۱۶
هدف	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۰	۰	۰	۰

جدول (۱۷): سوپرماتریس حدی

	$C_{۱}$	$C_{۲}$	$C_{۳}$	$C_{۴}$	$C_{۵}C_{۶}C_{۷}$			$C_{۸}$	$C_{۹}$	$C_{۱۰}$	$C_{۱۱}$	$C_{۱۲}$	هدف
$C_{۱}$	۰/۳۰۰۲	۰/۳۰۰۲	۰/۳۰۰۲	۰/۳۰۰۲	۰/۳۰۰۲	۰	۰	۰/۳۰۰۲	۰/۳۰۰۲	۰/۳۰۰۲	۰/۳۰۰۲	۰/۳۰۰۲	۰/۳۰۰۲
$C_{۲}$	۰/۰۹۰۹۲	۰/۰۹۰۹۲	۰/۰۹۰۹۲	۰/۰۹۰۹۲	۰/۰۹۰۹۲	۰	۰	۰/۰۹۰۹۲	۰/۰۹۰۹۲	۰/۰۹۰۹۲	۰/۰۹۰۹۲	۰/۰۹۰۹۲	۰/۰۹۰۹۲
$C_{۳}$	۰/۰۷۵۰۲	۰/۰۷۵۰۲	۰/۰۷۵۰۲	۰/۰۷۵۰۲	۰/۰۷۵۰۲	۰	۰	۰/۰۷۵۰۲	۰/۰۷۵۰۲	۰/۰۷۵۰۲	۰/۰۷۵۰۲	۰/۰۷۵۰۲	۰/۰۷۵۰۲
$C_{۴}$	۰/۰۵۹۵۲	۰/۰۵۹۵۲	۰/۰۵۹۵۲	۰/۰۵۹۵۲	۰/۰۵۹۵۲	۰	۰	۰/۰۵۹۵۲	۰/۰۵۹۵۲	۰/۰۵۹۵۲	۰/۰۵۹۵۲	۰/۰۵۹۵۲	۰/۰۵۹۵۲
$C_{۵}$	۰/۱۷۶۳۳	۰/۱۷۶۳۳	۰/۱۷۶۳۳	۰/۱۷۶۳۳	۰/۱۷۶۳۳	۰	۰	۰/۱۷۶۳۳	۰/۱۷۶۳۳	۰/۱۷۶۳۳	۰/۱۷۶۳۳	۰/۱۷۶۳۳	۰/۱۷۶۳۳
$C_{۶}$	۰/۰۰۷۴۴	۰/۰۰۷۴۴	۰/۰۰۷۴۴	۰/۰۰۷۴۴	۰/۰۰۷۴۴	۰	۰	۰/۰۰۷۴۴	۰/۰۰۷۴۴	۰/۰۰۷۴۴	۰/۰۰۷۴۴	۰/۰۰۷۴۴	۰/۰۰۷۴۴
$C_{۷}$	۰/۰۱۵۸۷	۰/۰۱۵۸۷	۰/۰۱۵۸۷	۰/۰۱۵۸۷	۰/۰۱۵۸۷	۰	۰	۰/۰۱۵۸۷	۰/۰۱۵۸۷	۰/۰۱۵۸۷	۰/۰۱۵۸۷	۰/۰۱۵۸۷	۰/۰۱۵۸۷
$C_{۸}$	۰/۰۹۷۵	۰/۰۹۷۵	۰/۰۹۷۵	۰/۰۹۷۵	۰/۰۹۷۵	۰	۰	۰/۰۹۷۵	۰/۰۹۷۵	۰/۰۹۷۵	۰/۰۹۷۵	۰/۰۹۷۵	۰/۰۹۷۵
$C_{۹}$	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۵۵	۰	۰	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۵۵
$C_{۱۰}$	۰/۰۷۹۳۱	۰/۰۷۹۳۱	۰/۰۷۹۳۱	۰/۰۷۹۳۱	۰/۰۷۹۳۱	۰	۰	۰/۰۷۹۳۱	۰/۰۷۹۳۱	۰/۰۷۹۳۱	۰/۰۷۹۳۱	۰/۰۷۹۳۱	۰/۰۷۹۳۱
$C_{۱۱}$	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
$C_{۱۲}$	۰/۰۱۲۳۸	۰/۰۱۲۳۸	۰/۰۱۲۳۸	۰/۰۱۲۳۸	۰/۰۱۲۳۸	۰	۰	۰/۰۱۲۳۸	۰/۰۱۲۳۸	۰/۰۱۲۳۸	۰/۰۱۲۳۸	۰/۰۱۲۳۸	۰/۰۱۲۳۸
هدف	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول (۱۸): نتیجه مدل شبکه‌ای پژوهش

موانع	وزن ایده‌آل $(\times ۱۰^{-۶})$	وزن نرمال $(\times ۱۰^{-۶})$	وزن خام $(\times ۱۰^{-۶})$	رتبه‌بندی
$C_{۱}$	۱	۳۰۰۲۰۴	۳۰۰۲۰۴	۱
$C_{۲}$	۳۰۲۸۶۶	۹۰۹۲۲	۹۰۹۲۲	۴
$C_{۳}$	۲۴۹۸۹۷	۷۵۰۲	۷۵۰۲	۷
$C_{۴}$	۱۹۸۲۶۷	۵۹۵۲۱	۵۹۵۲۱	۸
$C_{۵}$	۵۸۷۳۶	۷۶۳۲۸	۱۷۶۳۲۸	۲
$C_{۶}$	۲۴۷۷۹	۷۴۳۹	۷۴۳۹	۱۱
$C_{۷}$	۵۲۸۵۸	۱۵۸۶۸	۱۵۸۶۸	۹
$C_{۸}$	۳۲۴۷۸۶	۹۷۵۰۲	۹۷۵۰۲	۳
$C_{۹}$	۲۸۴۸۲۴	۸۵۵۰۶	۸۵۵۰۵	۵
$C_{۱۰}$	۲۶۴۱۹۷	۷۹۳۱۳	۷۹۳۱۳	۶
$C_{۱۱}$	۰	۰	۰	۱۲
$C_{۱۲}$	۴۱۲۲۹	۱۲۳۷۷	۱۲۳۷۷	۱۰

۱۰- منابع پژوهش

Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223-236. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.09.009.

Ahmad, N., Hossen, J., & Ali, S. M. (2018). Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(1), 239-256. DOI: https://doi.org/10.1007/s00170-017-0783-2.

Aij, K. H., & Teunissen, M. (2017). Lean leadership attributes: a systematic review of the literature. *Journal of Health Organization and Management*, 31(7/8), 713-729.

Ainul Azyan, Z. H., Pulakanam, V., & Pons, D. (2017). Success factors and barriers to implementing lean in the printing industry: A case study and theoretical framework. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *28*(4), 458-484. DOI: https://doi.org/10.1108/JMTM-05-2016-0067.

Almomani, M. A., Aladeemy, M., Abdelhadi, A., & Mumani, A. (2013). A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-

First edition, Tehran, Mehraban Book Publishing Institute.

Jaiswal, P., Singh, A., Misra, S. C., & Kumar, A. (2021). Barriers in implementing lean manufacturing in Indian SMEs: a multi-criteria decision-making approach. *Journal of Modelling in Management*, *16*(1), 339-356. DOI: https://doi.org/10.1108/JM2-12-2019-0276.

Junior, M. L., & Godinho Filho, M. (2010). Variations of the kanban system: Literature review and classification. *International Journal of Production Economics*, 125(1), 13-21. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.01.009.

López-Leyva, J. A., Molina-Inzunza, A., Navarro-Paz, P., Verduzco-Unzón, S., & Yáñez, M. (2022). Customized smart andon system to improve the efficiency of industrial departments. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 79(1), 35-37. DOI: http://op.niscpr.res.in/index.php/JSIR/article/view/68111/0.

Losonci, D., Demeter, K., & Jenei, I. (2011). Factors influencing employee perceptions in lean transformations. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 30-43. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.12.022.

Panwar, A., Jain, R., & Rathore, A. P. S. (2016). Obstacles in lean implementation in developing countries-some cases from the process sector of India. *International Journal of Lean Enterprise Research*, *2*(1), 26-45. DOI: https://doi.org/10.1504/IJLER.2016.078228.

Patel, B. S., Sambasivan, M., Panimalar, R., & Krishna, R. H. (2021). A relational analysis of drivers and barriers of lean manufacturing. *The TQM Journal*, *34*(5), 845-876. DOI: https://doi.org/10.1108/TQM-12-2020-0296.

Pearce, A., & Pons, D. (2013). Implementing lean practices: managing the transformation risks. *Journal of Industrial Engineering*, 2013. DOI: https://doi.org/10.1155/2013/790291.

Rahani, A. R., & Al-Ashraf, M. (2012). Production flow analysis through value stream mapping: a lean manufacturing process case study. *Procedia Engineering*, 41, 1727-1734. DOI: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.375.

Rai, S. (2013). Implementation of lean document production in the printing industry. *International Journal of Performability Engineering*, 9(1), 85. DOI: https://doi.org/10.23940/ijpe.13.1.p85.mag.

Rewers, P., Trojanowska, J., & Chabowski, P. (2016). Tools and methods of Lean Manufacturing-a literature review. In Proceedings of 7th international technical conference technological forum (pp. 28-30).

Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of operations management*, *25*(4), 785-805. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019.

making techniques. *Computers & Industrial Engineering*, 66(2), 461-469. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cie.2013.07.011.

Asnan, R., Nordin, N., & Othman, S. N. (2015). Managing change on lean implementation in service sector. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 211, 313-319. DOI: https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.040.

Bhadu, J., Singh, D., & Bhamu, J. (2021). Analysis of lean implementation barriers in Indian ceramic industries: modeling through an interpretive ranking process. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *71*(8), 3606-3635. DOI: https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2020-0540.

Bhamu, J., & Singh Sangwan, K. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, *34*(7), 876-940. DOI: https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315.

Bohnen, F., Maschek, T., & Deuse, J. (2011). Leveling of low volume and high mix production based on a Group Technology approach. CIRP *Journal of Manufacturing Science and Technology*, 4(3), 247-251. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2011.06.003.

Carlborg, P., Kindström, D., & Kowalkowski, C. (2013). A lean approach for service productivity improvements: synergy or oxymoron?. *Managing Service Quality: An International Journal*, *23*(4), 291-304. DOI: https://doi.org/10.1108/MSQ-04-2013-0052.

Cherrafi, A., Elfezazi, S., Garza-Reyes, J. A., Benhida, K., & Mokhlis, A. (2017). Barriers in Green Lean implementation: a combined systematic literature review and interpretive structural modelling approach. *Production Planning & Control*, *28*(10), 829-842. DOI: https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1324184.

Chiang, W. C., & Urban, T. L. (2006). The stochastic U-line balancing problem: A heuristic procedure. *European Journal of Operational Research*, 175(3), 1767-1781. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.10.031.

Garg, A. K., & Naidoo, M. S. (2012). Lean manufacturing as an alternative operational process in a small printing organization in Johannesburg. *Pakistan Journal of Social Sciences*, 32(2), 395-410. http://pjss.bzu.edu.pk/index.php/pjss/article/download/160/140.

Giordani da Silveira, W., Pinheiro de Lima, E., Deschamps, F., & Gouvea da Costa, S. E. (2018). Identification of guidelines for Hoshin Kanri initiatives. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *67*(1), 85-110. DOI: https://doi.org/10.1108/IJPPM-03-2016-0071.

Iran Printing and Packaging News Agency http://www.papna.ir.

Jafarinejad, A. & Ahmadi, A. (2012). Lean production and lean measurement in organizations.

Sim, K. L., & Chiang, B. (2012). Lean Production Systems: Resistance, Success and Plateauing. *Review of business*, *33*(1).

Singh, C., Singh, D., & Khamba, J. S. (2021). Analyzing barriers of Green Lean practices in manufacturing industries by DEMATEL approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *32*(1), 176-198. DOI: https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2020-0053.

Singh, G., & Singh Ahuja, I. (2014). An evaluation of just in time (JIT) implementation on manufacturing performance in Indian industry. *Journal of Asia Business Studies*, 8(3), 278-294. DOI: https://doi.org/10.1108/JABS-09-2013-0051.

Sundar, R., Balaji, A. N., & Kumar, R. S. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875-1885. DOI: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341.

Thomas, D., & Khanduja, D. (2022). ISM–ANP hybrid approach to prioritize the barriers in green lean Six Sigma implementation in construction sector. *International Journal of Lean Six Sigma*, *13*(2), 502-520. DOI: https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2020-0140.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). The machine that changed the world: The story of lean production--Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry. Simon and Schuster.